

PATENT OFFICE JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: August 28, 2002

Application Number: Patent 2002-249126

Applicant(s): Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha

(SEAL)

January 21, 2003

Commissioner, Patent Office: Shinichiro OHTA

No. 2003-3000394

P2002-249126

[Document]	Patent Application	
[Docket Number]	11446	
[Filing Date]	August 28, 2002	
[Recipient]	Patent Office Administrator	
[IPC]	F16C 17/00	
	F16C 39/00	
[Inventor]		
[Address]	c/o Kabushiki Kaisha Honda Gijutsu	
	Kenkyusho, 4-1, Chuo 1-chome, Wako-shi,	
	Saitama-ken	
[Name]	Minoru MATSUNAGA	
[Applicant]		
[Identification Number]	000005326	
[Address]	1-1, Minami-Aoyama 2-chome, Minato-ku,	
	Tokyo	
[Name]	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha	
[Attorney]		
[Identification Number]	100089266	
[Patent Attorney]		
[Name]	Yoichi OSHIMA	
[Official Fee]		
[Deposit Number]	047902	
[Paid Amount]	¥21,000	
[List of Attached Documents]		
[Document]	Specification	1
[Document]	Drawing	1
[Document]	Abstract of Disclosure	1
[General Power of Attorney]	9715829	
[Proofing Copy]	Needed	

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年 8月28日

出願番号
Application Number:

特願2002-249126

[ST.10/C]:

[JP2002-249126]

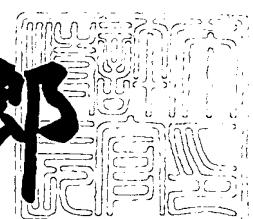
出願人
Applicant(s):

本田技研工業株式会社

2003年 1月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3000394

【書類名】 特許願

【整理番号】 11446

【提出日】 平成14年 8月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F16C 17/00

F16C 39/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術
研究所内

【氏名】 松永 稔

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【住所又は居所】 東京都港区南青山二丁目1番1号

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089266

【弁理士】

【氏名又は名称】 大島 陽一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 047902

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715829

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フォイル軸受け

【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸線を中心として回転する回転体を支持するフォイル軸受けであって、

前記回転体との間に空隙が形成されるように前記回転体から離間して配置され、前記回転体に対向する第1面と該第1面と相反する第2面とを有する静止保持部材と、

前記軸線を中心に回転可能なように前記静止保持部材の前記回転体から離反する側に配置され、前記静止保持部材の前記第2面と対向する第1面を有する可動部材と、

前記回転体が回転する際前記回転体を流体膜層を介して支持するべく前記回転体と前記静止保持部材との間の前記空隙に配置され、概ね周方向に延在する部分を有する第1フォイルと、

前記静止保持部材に設けられた通孔を通って前記可動部材から前記第1フォイルへと向かって延在し、一端が前記可動部材の前記第1面に接し、他端が前記第1フォイルの前記周方向延在部分に対向する当接部材と、を備え、

前記可動部材の前記第1面の、前記当接部材の前記一端が接する部分にカム面が形成され、それにより、前記可動部材を前記軸線を中心として回転させることで、前記当接部材の前記他端が前記静止保持部材の前記第1面から前記第1フォイルの前記周方向延在部分へと向かって突出する部分の長さを調節することが可能であることを特徴とするフォイル軸受け。

【請求項2】 複数の前記第1フォイルを有し、これら複数の第1フォイルは前記回転体の周方向に配列されており、そのうちの少なくとも1つに対し前記当接部材が少なくとも1つ設けられていることを特徴とする請求項1に記載のフォイル軸受け。

【請求項3】 前記複数の第1フォイルの各々に対し前記当接部材が少なくとも1つ設けられていることを特徴とする請求項2に記載のフォイル軸受け。

【請求項4】 前記当接部材を複数有し、これら当接部材の長さが均一では

ないことを特徴とする請求項1に記載のフォイル軸受け。

【請求項5】 前記当接部材を複数有し、これら当接部材に対応して複数のカム面が前記可動部材の前記第1面に設けられており、これら複数のカム面のレベルが均一ではないことを特徴とする請求項1に記載のフォイル軸受け。

【請求項6】 前記複数の第1フォイルの隣り合うものの間の間隔が不均一であることを特徴とする請求項2に記載のフォイル軸受け。

【請求項7】 前記回転体が概ね円柱状の部分を有するシャフトからなり、前記静止保持部材は前記シャフトを外囲し、該シャフトの前記円柱状部分の円柱面との間に環状の前記空隙を形成していることを特徴とする請求項1に記載のフォイル軸受け。

【請求項8】 前記シャフトはガスタービンエンジンのロータシャフトからなり、当該フォイル軸受けは前記ガスタービンエンジンのロータシャフトのジャーナル軸受けを成していることを特徴とする請求項7に記載のフォイル軸受け。

【請求項9】 複数の前記第1フォイルを有し、これら複数の第1フォイルは前記シャフトの周方向に配列されており、前記複数の第1フォイルと前記シャフトとの間に、周方向に延在して概ね円筒形をなす第2フォイルが配置されていることを特徴とする請求項7に記載のフォイル軸受け。

【請求項10】 軸線を中心として回転する概ね円筒形状の回転体を支持するフォイル軸受けであって、

前記回転体との間に空隙が形成されるように前記回転体を囲繞するよう配置され、前記回転体に対向する内周面と該内周面と相反する外周面とを有する静止保持部材と、

前記回転体が回転する際前記回転体を流体膜層を介して支持するべく前記回転体と前記静止保持部材との間の前記空隙に配置され、周方向に延在して概ね円筒をなす单一の部材からなるトップフォイルと、を備え、

前記トップフォイルの一端は前記静止保持部材に固定され、他端は前記一端に近接した位置において前記静止保持部材に設けられたスロットを貫通して径方向に延在し、前記静止保持部材の前記外周面から突出しており、

当該フォイル軸受けは、

前記トップフォイルの前記他端の前記径方向延在部に前記一端と反対側から当接するよう前記静止保持部材に位置調整可能に固定された当接部材を有し、前記当接部材が前記径方向延在部に当接する位置を変えることで前記第1フォイルの剛性を実質的に調整可能であることを特徴とするフォイル軸受け。

【請求項11】 前記回転体が概ね円盤状の部材からなり、前記静止保持部材は前記円盤状部材の平坦面との間に前記空隙を形成していることを特徴とする請求項1に記載のフォイル軸受け。

【請求項12】 前記円盤状部はガスタービンエンジンのロータシャフトに一体的に設けられており、当該フォイル軸受けは前記ガスタービンエンジンのロータシャフトのスラスト軸受けを構成していることを特徴とする請求項11に記載のフォイル軸受け。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フォイル軸受けに関する。特に、マイクロガスタービン発電機のロータシャフト用のジャーナル軸受けまたはスラスト軸受けとして用いることが可能なフォイル軸受けに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、回転するロータシャフトの軸受けとして、フォイル軸受けを用いることが知られている。フォイル軸受けは、通常、ロータシャフトの周囲を取り囲むハウジングを有し、ロータシャフトとハウジングとの間に周方向に配列され且つハウジングに片持ち梁式に固定され遊端がロータシャフトに向かって付勢された可撓性を有する一連のフォイルが設けられている。ロータシャフトが回転すると、ロータシャフトとフォイルとの間に例えば大気などの流体が引き込まれ、ロータシャフトの外面とフォイルとの間に流体膜層が形成され、それによってロータシャフトは低摩擦で回転することができる。このようにロータシャフトの回転によって流体膜層を形成し、それによりロータシャフトの荷重を支えるようなフォイル軸受けを動圧フォイル軸受けということもある。

【0003】

このようなフォイル軸受けでは、スタートまたは停止時のようにロータシャフト回転速度が低いときと、ロータシャフトの回転速度が高いときとで、ロータシャフトとフォイルとの間に形成される流体膜層の特性が異なるため、いずれにおいても安定した回転を達成するためには、ロータシャフトの回転速度に応じてロータシャフトに対するフォイルの予荷重（または付勢力）が調節可能であることが望ましい。

【0004】

米国特許第4,445,792号明細書（特許文献1）には、このようなフォイルの予荷重が調節可能なフォイル軸受けが開示されている。このフォイル軸受けは、ロータシャフトの周囲を取り囲むハウジングと、ロータシャフトの周囲に沿って配列されるように前記ハウジングに回転可能に支持された、各々被駆動部を有する複数のフォイルマウントとを有し、各フォイルマウントは対応するフォイルを片持ち梁式に固定している。更に、ハウジングの外側にはハウジングに対して回転可能な駆動部（リングギア）が設けられ、この駆動部は各フォイルマウントの被駆動部と係合しており、それにより、駆動部を回転することでフォイルマウントを同時に回転させ、フォイルの予荷重を調節することが可能となっている。

【0005】

しかしながら、このようなフォイル軸受けでは、ロータシャフトに対するフォイルの予荷重はフォイル自体の弾性によってなされているため、その調整範囲を大きくとることが困難であるとともに、片持ち梁支持されたフォイルの付け根部分に過大な荷重がかかりやすいという問題があった。

【0006】

他の公知技術として、特許文献2（米国特許第3,893,733号明細書）には、フォイルの剛性を高めるためフォイルに摺動可能に接触するフォイル支持部材（foil supports）を用いることが開示されている。また、特許文献3（米国特許第4,178,046号明細書）には、フォイル軸受けにおいて、各フォイルをその中間部分にて支持することが開示されている。

【0007】

【特許文献1】

米国特許第4,445,792号明細書（第2-4コラム、第1図）

【特許文献2】

米国特許第3,893,733号明細書（第2-3コラム、第1-7図）

【特許文献3】

米国特許第4,178,046号明細書（第3-4コラム、第1-3図）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は以上のような従来技術の問題点を解決するためのものであり、本発明の主な目的は、低速／高速回転域の両方においてロータシャフトなどの回転体の安定した回転を実現するべく回転体に対するフォイルの予荷重またはフォイルの剛性を広い範囲で調節可能であり、且つ、フォイルの一部に過大な負荷がかかるのを避けることが可能なフォイル軸受けを提供することである。

【0009】

本発明の第2の目的は、そのようなフォイル軸受けを単純な構造で低成本に提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため本発明に基づくと、軸線を中心として回転する回転体を支持するフォイル軸受けであって、回転体との間に空隙が形成されるように回転体から離間して配置され、回転体に対向する第1面と該第1面と相反する第2面とを有する静止保持部材と、前記した軸線を中心に回転可能なように静止保持部材の回転体から離反する側に配置され、静止保持部材の第2面と対向する第1面を有する可動部材と、回転体が回転する際回転体を流体膜層を介して支持するべく回転体と静止保持部材との間の空隙に配置され、概ね周方向に延在する部分を有する第1フォイルと、静止保持部材に設けられた通孔を通って可動部材から

第1フォイルへと向かって延在し、一端が可動部材の第1面に接し、他端が第1フォイルの周方向延在部分に対向する当接部材と、を備え、可動部材の第1面の、当接部材の一端が接する部分にカム面が形成され、それにより、可動部材を軸線を中心として回転させることで、当接部材の他端が静止保持部材の第1面から第1フォイルの周方向延在部分へと向かって突出する部分の長さを調節することが可能であることを特徴とするフォイル軸受けが提供される。

【0011】

このように、静止保持部材に形成された通孔を通って可動部材からフォイルの周方向延在部分へと向かって延在する当接部材の一端が接する可動部材の表面にカム面を設けたことにより、可動部材を回転させることで当接部材の他端が静止保持部材の表面から突出する長さを変えることができる。それにより、フォイルを外側に撓ませようとする力がフォイルに加わったとき当接部材がフォイルの周方向延在部分に当接する位置を可動部材の角度位置を調整することで変え、実質的にフォイルの剛性を調節することが可能である。従って、例えば本発明をガスタービンエンジンのジャーナル軸受けやスラスト軸受けに用いた場合、ガスタービンエンジンの回転速度に応じて可動部材の角度位置を制御することで、回転速度に応じた適切な剛性（または可動範囲）をフォイルに与えて、低速回転域から高速回転域まで広い範囲で良好な軸受け特性を実現することができる。また当接部材はフォイルの周方向延在部分に当接してフォイルの撓みを規制するため、フォイルの付け根部分に過大な負荷が集中するのを防止することができる。

【0012】

複数の前記第1フォイルを有し、これら複数の第1フォイルが回転体の周方向に配列されている場合、そのうちの少なくとも1つに対し当接部材を少なくとも1つ設けることができる。例えば回転体としてロータシャフトを用いる場合、ロータシャフトの下方に位置し、ロータシャフトの重量の影響を受ける第1フォイルに対してのみ当接部材を設けてもよい。複数の第1フォイルの各々に対し当接部材を少なくとも1つ設けてもよい。各第1フォイルに対して設ける当接部材の数をフォイル毎に異ならせてよい。

【0013】

当接部材を複数有する場合、これら当接部材の長さは均一でなくてもよい。例えば、1つのフォイルに対して2つの当接部材を用いる場合、これら当接部材のフォイルに当接する位置に応じてこれら当接部材の長さを変え、2つの当接部材が同時にフォイルに当接するようにすることができる。或いは、異なるフォイルに当接する当接部材の長さを変えてよい。例えば回転体としてロータシャフトを用いる場合、ロータシャフトの下方に位置する第1フォイルに関連する当接部材を長く、ロータシャフトの上方に位置する当接部材の長さを短くすることにより、ロータシャフトの下方に位置する第1フォイルの剛性を上方に位置する第1フォイルの剛性より高くし、ロータシャフトの重みの影響を補償することができる。別の方法として又はそれに加えて、当接部材に対応する複数のカム面のレベルを変えることもできる。複数の第1フォイルの隣り合うものの間の間隔が不均一であるようにしてもよい。

【0014】

本発明の一実施例によると、回転体は概ね円柱状の部分を有するシャフトからなり、静止保持部材はシャフトを外囲し、該シャフトの円柱状部分の円柱面との間に環状の空隙を形成するものとすることができる。この場合、シャフトを例えばガスタービンエンジンのロータシャフトとすることにより、当該フォイル軸受けがガスタービンエンジンのロータシャフトのジャーナル軸受けを成すものとすることができる。

【0015】

複数の第1フォイルを有し、これら複数の第1フォイルが回転体としてのシャフトの周方向に配列されている場合、複数の第1フォイルとシャフトとの間に、周方向に延在して概ね円筒形をなす第2フォイル（トップフォイル）を配置してもよい。

【0016】

本発明の別の実施例に基づくと、軸線を中心として回転する概ね円筒形状の回転体を支持するフォイル軸受けであって、回転体との間に空隙が形成されるよう回転体を囲繞するよう配置され、回転体に対向する内周面と該内周面と相反する外周面とを有する静止保持部材と、回転体が回転する際回転体を流体膜層を介

して支持するべく回転体と静止保持部材との間の空隙に配置され、周方向に延在して概ね円筒をなす单一の部材からなるトップフォイルと、を備え、トップフォイルの一端は静止保持部材に固定され、他端は前記一端に近接した位置において静止保持部材に設けられたスロットを径方向に貫通して静止保持部材の外周面から突出しており、当該フォイル軸受けは、トップフォイルの他端の径方向延在部にその一端と反対側から当接するよう静止保持部材に位置調整可能に固定された当接部材を有し、当接部材が径方向延在部に当接する位置を変えることで第1フォイルの剛性を実質的に調整可能であることを特徴とするフォイル軸受けが提供される。このような実施例においても、例えばガスタービンエンジンのジャーナル軸受けに用いた場合、ガスタービンエンジンの回転速度に応じて当接部材の位置を調整してトップフォイルの剛性を変え、低速回転域から高速回転域まで広い範囲で良好な軸受け特性を実現することができる。

【0017】

本発明の更に別の実施例によると、回転体は概ね円盤状の部材からなり、静止保持部材は円盤状部材の平坦面との間に空隙を形成するものとすることができる。この場合、例えば円盤状部がガスタービンエンジンのロータシャフトに一体的に設けられるようにすることにより、当該フォイル軸受けがガスタービンエンジンのロータシャフトのスラスト軸受けを構成するようにすることができる。

【0018】

本発明の特徴、目的及び作用効果は、添付図面を参照しつつ好適実施例について説明することにより一層明らかとなるだろう。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適実施例について図面を参照して説明する。

【0020】

図1は、本発明が適用されたマイクロガスタービン発電機を示す縦方向断面図である。このマイクロガスタービン発電機は、動力源としてのガスタービンエンジンと、ガスタービンエンジンによって駆動される発電機とを有する。ガスタービンエンジンは、発電機から離れた側の端部が閉じた環状の主ハウジング1と、

主ハウジング1の開放端に取り付けられた端部プレート2と、主ハウジング1内に同軸的に受容され燃焼室4を画定する環状の内側ハウジング3と、燃焼室4内へと突入するノズル端を各々有する複数の燃料インジェクタ5とを含む。

【0021】

発電機は、円筒状の主ハウジング6と、主ハウジング6の各端に取り付けられた一対の端部プレート7、8とを有する。主ハウジング6内にはステータコイル9が同軸的に受容されている。ガスタービンエンジン側の端部プレート7は、中心部においてガスタービンエンジン側に向かって延在する管状延出部10を有する。また、この端部プレート7は、ガスタービンエンジンの対向する端部プレート2に複数のステイ11によって連結されている。

【0022】

更に、ガスタービンエンジンは、コンプレッサホイール13及びタービンホイール14が設けられたロータシャフト12を備えている。コンプレッサホイール13及びタービンホイール14は、それぞれ、複数のコンプレッサブレード及びタービンブレードを含んでいる。この実施例では、ロータシャフト12はセラミック材料からなり、コンプレッサホイール13及びタービンホイール14が一体的に単一の部品として形成されている。別の方法として、ロータシャフト12を、同じ材料または異なる材料からなる複数の部品を組み合わせてアセンブリとして形成することもできる。タービンブレードの材料はセラミックなどの耐熱性に優れたものが好ましく、導電性を有していても絶縁されていてもよい。材料の選択はガスタービンエンジンの特定の構成及び仕様に基づいてなされる。このマイクロガスタービンエンジンの軸線方向長さは約10cmである。

【0023】

コンプレッサホイール13は、端部プレート2の一部によって形成されたシュラウド15とともに放射状のコンプレッサ部を形成する。コンプレッサ部の入口端は発電機に向いて軸線方向に開いている。コンプレッサ部の出口端は、ディフューザ17及び周方向に配列された複数のステータベーン18を介して、主ハウジング1と内側ハウジング3との間に定められた空隙に連通している。

【0024】

タービンホイール14は、主ハウジング1の一部によって形成されたタービンケーシング16とともに放射状のタービン部を形成する。タービン部の入口端は、入口ノズル19を介して燃焼室4の出口端に連通している。この例では、燃焼室4はタービン部の入口端から軸線方向に発電機から離れる向きに延在している。タービン部の出口端は発電機から離反する向きに開口している。

【0025】

ロータシャフト12は、軸線方向に一体的に延出し発電機の中心を通る発電機シャフト20を更に有する。発電機シャフト20には永久磁石片21が設けられ、ステータコイル9とともに発電機の主機能部を形成している。

【0026】

ロータシャフト12の端部にはスラスト軸受け22が設けられている。また、端部プレート7、8内には本発明に基づくジャーナル軸受け23、24が設けられ、ロータシャフト12を2箇所で回転可能に支持している。

【0027】

図2は、図1のラインII-IIに沿った断面図であり、ジャーナル軸受け23をより詳細に示している。なお、本図において端部プレート7は図示を省略した。また、ジャーナル軸受け24はジャーナル軸受け23と同一の構造とすることができる。このジャーナル軸受け23は、回転体としてのロータシャフト12（または発電機シャフト20）の外周との間に空隙を成すようにロータシャフト12を外囲する環状の静止保持部材25と、ロータシャフト12と静止保持部材25の間の空隙に配置された第1フォイルとして働く複数のフォイル26と、静止保持部材25を外囲しロータシャフト12と同じ軸線を中心に静止保持部材25に対して回転可能に設けられた環状の可動部材27と、可動部材27を回転操作するべく可動部材27に取り付けられた操作バー28とを有する。静止保持部材25は適切な手段により端部プレート7に回転しないよう固定されている。操作バー28は端部プレート7に設けられたスリットを貫通して径方向に延在しており、図示しない適切な制御手段により、例えばガスタービンエンジンの回転速度に応じて自動的に制御することができる。

【0028】

各フォイル26は金属などの可撓性を有する材料からなり、一端が静止保持部材25の内面に設けられた対応する溝29に固着され、この固着部に近接した箇所において曲げられて主要部分がロータシャフト12の外周に概ね沿って周方向に延在している。図示した例では、1つのフォイル26の一部が隣接するフォイル26の一部に重なっているが、重ならないようにすることもできる。各フォイル26を折り曲げることで、それ自体の弾性により各フォイル26はロータシャフト12に向かって付勢される。このような構成により、ロータシャフト12が図2の矢印で示した方向に回転するとフォイル26とロータシャフト12の間に例えば大気などの流体が引き込まれ、ロータシャフト12を低摩擦に支持することができる。

【0029】

図3は、本発明に基づくジャーナル軸受け23の一実施例の詳細な構造を示す図2の部分拡大図である。図示したように、この実施例では、静止保持部材25に設けられた関連する通孔を通って複数の当接部材30が径方向に延在している。各当接部材30の一端は可動部材27の内周面に設けられた対応する凹部31に受容され、他端は静止保持部材25の内周面から突出してフォイル26の周方向延在部分に対向している。当接部材30の一端にはフランジ30aが形成されておりこのフランジ30aと静止保持部材25の外周面の間には環状の圧縮ばね32が配置され、当接部材30の脱落を防止するとともに当接部材30を可動部材27の凹部31へ向けて付勢している。圧縮ばね32は任意の適切な弾性体とすることができます。また、可動部材27に設けられた凹部31はその深さが周方向に変化し、底面がカム面となって関連する当接部材30の一端に接している。

【0030】

図4(a)～(c)は当接部材30のいくつかの例をフォイル26の周方向延在部分とともに示した斜視図である。図4(a)では1つのフォイル26に対し1つの棒状の当接部材30が用いられている。図4(b)では、フォイル26の捩れをより生じにくくするためフォイル26の幅方向に2つの棒状の当接部材30が並置されている。図4(c)では同様の目的のため当接部材30はフォイル26の幅方向に長い板状をなしている。このように当接部材の形状や1つのフォ

イル26に対して使用する個数はフォイル26の厚み、長さ、材料等に合わせて様々に変更することができる。

【0031】

図3 (a) に示した状態では、各当接部材30の一端は可動部材27に設けられた凹部31の底が浅い部分に接しており、それにより各当接部材30は圧縮ばね32の力に抗してフォイル26へ向かって押し出され、他端が静止保持部材25の内周面から突出している。これにより、ロータシャフト12の重みまたはロータシャフト12の回転に伴うロータシャフト12とフォイル26の間への流体の引き込みなどによりフォイル26に対し外向きに撓ませる力が加わったとき、フォイル26に当接部材30が当接し、フォイル26の撓みが規制される。これにより、フォイル26の可動範囲を小さくし、実質的に剛性を高くしたのと同等の効果を得ることができる。なお、この実施例では、1つのフォイル26につき周方向に2つの当接部材30が設けられており、フォイル26の基端部に近い側の当接部材30は他方の当接部材30より長さが短くなっている。これにより、フォイル26の反りのため基端部から離れるに従ってフォイル26が静止保持部材から離反しても関連する2つの当接部材30が同時にフォイル26に当接することが可能となっている。当接部材30の長さを変える代わりに、可動部材27に設けられる凹部31の深さ（即ち、カム面のレベル）を変えてよい。

【0032】

一方、図3 (b) に示した状態では、可動部材27が静止保持部材25及びフォイル26に対して回転され（図では時計回り）、その結果可動部材27の凹部31の底の深い部分に当接部材30の一端が接している。そのため、当接部材30の他端が静止保持部材25の内周面からフォイル26に向かって突出する長さが短くなり（全く突出しないようにすることも勿論可能である）、フォイル26に当接しない。これにより、各フォイル26は当接部材30によって規制されることなく撓むことが可能となり、図3 (a) の状態と比べると可動範囲が拡大され、実質的にフォイル26の剛性を低くしたのと同等の効果が得られる。

【0033】

このように、本発明の上記実施例によれば、静止保持部材25に形成された通

孔を通って可動部材27からフォイル26へと径方向に延在する当接部材30の一端を可動部材27の内周面に設けた凹部31に受容し、この凹部31の深さを周方向に変えて底面をカム面としたことにより、可動部材27を回転させて当接部材30の他端が静止保持部材25の内周面から突出する長さを変えることができる。それにより、フォイル26を外側に撓ませようとする力がフォイル26に加わったとき当接部材30がフォイル26の周方向延在部分に当接する位置を可動部材27の角度位置を調整することで変え、実質的にフォイル26の剛性を調節することが可能である。従って、例えばガスタービンエンジンの回転速度に応じて可動部材27の角度位置を制御することで、回転速度に応じた適切な剛性（または可動範囲）をフォイル26に与えて、低速回転域から高速回転域まで広い範囲で良好な軸受け特性を実現することができる。また当接部材30はフォイル26の周方向延在部分に当接してフォイル26の撓みを規制するため、フォイル26の付け根部分（曲折部分）に過大な負荷が集中するのを防止することができる。

【0034】

図5（a）及び（b）は、本発明に基づくジャーナル軸受けの別の実施例を示す図3と同様の部分拡大図である。本図において図3と同様の部分は同じ参照符号で示す。これらの実施例では、各フォイル26に対して周方向に1つの当接部材30が設けられている。

【0035】

図5（a）に示したジャーナル軸受け23aでは、各当接部材30は当接するべきフォイル26に隣接するフォイル26の付け根部が固着される静止保持部材25の溝29を通って延在し、関連するフォイル26の遊端側に近い部分に当接することが可能となっている。

【0036】

一方、図5（b）に示したジャーナル軸受け23bでは、各当接部材30は関連するフォイル26の付け根部に近い部分に当接することが可能となっている。このように、当接部材30は特定のフォイル軸受けの特性、仕様等に応じて様々な位置に設けることが可能である。

【0037】

図6は、本発明に基づくジャーナル軸受けの別の実施例を示す図2と同様の断面図である。本図において図2と同様の部分は同じ参照符号で示し、詳しい説明を省略する。このジャーナル軸受け23cは、一端が静止保持部材25に保持され、ロータシャフト12のほぼ全周を外周するよう周方向に延在する概ね円筒形状のトップフォイル（第2フォイル）33を有し、静止保持部材25に固定された複数のフォイル（第1フォイル）26はトップフォイル33を介してロータシャフト12を支持している。この実施例では、間にトップフォイル33が介在しているため、静止保持部材25とトップフォイル33の間の空隙に設けられた各フォイル26はその付け根部分からロータシャフト12の回転方向と逆向きに延在している。また、隣接するフォイル26同士は重なっていない。トップフォイル33を設けることによって、トップフォイル33とフォイル26との間に発生する摩擦力がクーロン減衰力として作用し、より安定したロータシャフト12の回転を実現することができる。

【0038】

図7は、図6に示したジャーナル軸受け23cをより詳細に示す部分断面図である。図3及び図5に示した実施例と同様に、静止保持部材25に設けられた関連する通孔を通って複数の当接部材30が径方向に延在している。各当接部材30の一端は可動部材27の内周面に設けられた対応する凹部31に受容され、他端は静止保持部材25の内周面から突出してフォイル26の周方向延在部分に向している。当接部材30の一端はフランジ30aが形成されておりこのフランジ30aと静止保持部材25の外周面の間には環状の圧縮ばね32が配置されている。また、可動部材27に設けられた凹部31はその深さが周方向に変化し、底面がカム面となって関連する当接部材30の一端に接している。これにより、上記実施例について説明したのと同様に、図7（a）に示す状態においてはフォイル26の周方向延在部分に当接部材30が当接することでフォイル26の外側への撓みが制限され、図7（b）に示す状態においては当接部材30はフォイル26に当接しないため、フォイル26は当接部材30によって規制されことなく撓むことが可能であり、図7（a）の状態と比べると各フォイル26の剛性が

実質的に低下したのと同等である。従って、図7 (a) の状態では、図7 (b) の状態と比べてトップフォイル33の膨らみがより制限される。このように、本発明はトップフォイル33を用いた実施例においても適用可能であり、各フォイル26及びトップフォイル33の剛性を実質的に可変とすることができる。

【0039】

図8は、本発明に基づくジャーナル軸受けの別の実施例を示す図2と同様の断面図である。本図において図2と同様の部分は同じ参照符号で示し、詳しい説明を省略する。このジャーナル軸受け23dは、一端が静止保持部材25に保持され、ロータシャフト12のほぼ全周を外囲するよう周方向に延在する概ね円筒形状のトップフォイル33を有しているが、トップフォイル33と静止保持部材25の間にはフォイルが設けられていない。

【0040】

また、図示されているように、トップフォイル33の他端は静止保持部材25に設けたスロット25aを通って径方向に延在し径方向延在部分33aをなし、静止保持部材25の外周面から外向きに突出している。スロット25aは周方向に延在しており、スロット25aによって定められる範囲内でトップフォイル33の径方向延在部分33aは周方向に可動となっている。径方向延在部分33aの位置により、トップフォイル33の円筒状部分の径が変化する。また、静止保持部材25の外周面からはトップフォイル33の径方向延在部分33aと概ね平行に突起25bが延出している。この突起25bにはねじ切りされた孔が形成されており、この孔には当接部材としてのボルト34が螺合され、トップフォイル33の一端と反対側からトップフォイル33の径方向延在部分33aに向かって延在している。これにより、ボルト34を回転させてトップフォイル33の径方向延在部分33aに向けて前進させたり或いはそれから離れるように後退させたりすることで、トップフォイル33の径方向延在部分33aの可動範囲を変え、それによりトップフォイル33の剛性を実質的に変えることができる。このように、トップフォイル33のみを用いた実施例にも本発明を適用し、例えばロータシャフト12の回転速度等に応じてトップフォイル33の剛性を変え、低速回転域から高速回転域まで良好な軸受け特性を実現することができる。

【0041】

図9は、図1と同様の断面図であるが、図9のガスタービン発電機では、スラスト軸受けに本発明を適用した点が図1のものと異なる。図9に示すように、このスラスト軸受け22aは、ロータシャフト12の軸端に一体的に設けられた円盤状部35を軸線方向に挟んで両側に位置する一対の静止保持部材36、37を含む。即ち、この実施例では円盤状部35が回転体として働くことができる。一方の静止保持部材36は端部プレート8に固定され、他方の静止保持部材37は端部プレート8に固定されたカバー38内に固定されている。図9では図示していないが、各静止保持部材36、37と円盤状部35との間には複数のフォイル39が周方向に配列して設けられ、円盤状部35の平坦面（軸線方向に向いた面）に当接している（図10参照）。更に、静止保持部材36、37の円盤状部35から離反する側には可動部材40、41がロータシャフト12と同じ（即ち円盤状部35と同じ）軸線を中心に回転可能に配置されている。可動部材40、41の外周からは操作バー42が径方向に突出し、端部プレート8及びカバー38に設けられたスロットを通って延在している。操作バー42は図示しない適切な制御装置によって制御され、例えばガスタービンエンジンの回転速度などに応じて可動部材40、41の角度位置を変えることができるようになっている。

【0042】

図10は、図9に示したスラスト軸受け22aをより詳細に示すための、スラスト軸受け22aを周方向に沿って見た部分概念図である。図示したように、各静止保持部材36、37の円盤状部35に向いた面には複数のフォイル39が設けられており、フォイル軸受けを成している。各フォイル39は可撓性を有する部材からなり、その一端（基端）は静止保持部材36、37の対応する溝43に固定されている。各フォイル39は基端近傍で曲折され、その主要部分は矢印で示す円盤状部35の回転方向に沿って概ね周方向に延在している。この実施例では隣接するフォイル39同士は重なっておらず、周方向に互いに離間されている。こうして、ロータシャフト12の回転に伴い円盤状部が回転すると、フォイル39と円盤状部35の間に例えば大気などの流体が引き込まれ、円盤状部35の

外面（平坦面）とフォイル39との間に流体膜層が形成され、円盤状部35が低摩擦で回転することが可能となる。

【0043】

この実施例では、本発明に基づき、静止保持部材36、37に設けられた関連する通孔を通じて複数の当接部材44が軸線方向に延在している。各当接部材44の一端は可動部材40、41の内周面に設けられた対応する凹部45に受容され、他端は静止保持部材36、37の内面から突出してフォイル39の周方向延在部分に對向している。当接部材44の一端にはフランジ44aが形成されておりこのフランジ44aと静止保持部材36、37の外周面の間には環状の圧縮ばね46が配置されている。また、可動部材40、41に設けられた凹部45はその深さが周方向に変化し、底面がカム面となって関連する当接部材44の一端に接している。なお、この実施例では、1つのフォイル39につき周方向に2箇所で当接部材44が当接可能となっているが、3箇所以上で当接しても或いは1箇所でのみ当接してもよい。

【0044】

図10に示した状態では、各当接部材44の一端は可動部材40、41に設けられた凹部45の底が浅い部分に接し、それにより他端が静止保持部材36、37の内面から突出してフォイル39の周方向延在部分に当接している。図示は省略するが、可動部材40、41を周方向に回転させることにより、上記した実施例と同様に、各当接部材44の一端が可動部材40、41に設けた凹部45のより底の深い部分に接するようにし、各当接部材44の他端が静止保持部材36、37の内面から突出する長さを変えることが可能である。これにより、例えば円盤状部35（即ちロータシャフト12）の回転速度に応じて可動部材40、41を制御し、当接部材44によって規制されるフォイル39の可動範囲を調節して実質的にフォイル39の剛性を変え、低速及び高速回転領域のいずれにおいても安定した軸受け特性を得ることができる。また、当接部材44は各フォイル39の周方向延在部分に当接するため、フォイル39の付け根部分にのみ過度に負荷がかかるのを防止することができる。このように、本発明はスラスト軸受けにも好適に適用することが可能である。なお、上記実施例では円盤状部35の軸線方

向両側にフォイル軸受けを設けたが、円盤状部35にかかる力の向きがいずれか一方であることがわかっている場合は、片側だけに設けてもよい。

【0045】

図11、図12は本発明の更に別の実施例を示す図2と同様の断面図である。これらの図において図2と同様の部分には同じ符号を付して詳しい説明を省略する。図11のジャーナル軸受け23eでは、最下部のフォイル26aの厚さが他のフォイル26より厚く、相対的に高い剛性を有している。これは、最下部のフォイル26aには重力のためより大きな負荷がかかることから、それを補償してロータシャフト12の回転軸のずれ等を防止するためである。図12のジャーナル軸受け23fでは、同様の目的のため、隣接するフォイル26の間隔が不均一となっている。即ち、ロータシャフト12の下側にはフォイル26を密に（図では3つ）配置し、ロータシャフト12の上側にはフォイル26を疎に（図では1つ）配置している。これら実施例においても、図3に示した実施例と同様に、フォイル26の周方向延在部分に当接する当接部材30を設け、その当接位置を可動部材27の角度位置に応じて変えることでフォイル26の可動範囲を調節することが可能である。

【0046】

本発明を実施例に基づいて詳細に説明したが、これらの実施例はあくまでも例示であって本発明は実施例によって限定されるものではない。当業者であれば特許請求の範囲によって定められる本発明の技術的思想を逸脱することなく様々な変形若しくは変更が可能であることは言うまでもない。

【0047】

例えば、フォイルに当接する当接部材の数をロータシャフトの上側のフォイルでは各フォイルあたり1つとし、ロータシャフトの下側のフォイルでは各フォイルあたり2つというようにフォイルの位置に応じて用いる当接部材の数を変えることが可能である。

【0048】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、静止保持部材に形成された通孔を通

て可動部材からフォイルの周方向延在部分へと向かって延在する当接部材の一端が接する可動部材の表面にカム面を設けたことにより、可動部材を回転させることで当接部材の他端が静止保持部材の表面から突出する長さを変えることができる。それにより、フォイルを外側に撓ませようとする力がフォイルに加わったとき当接部材がフォイルの周方向延在部分に当接する位置を可動部材の角度位置を調整することで変え、実質的にフォイルの剛性を調節することが可能である。従って、例えば本発明をガスタービンエンジンのジャーナル軸受けやスラスト軸受けに用いた場合、ガスタービンエンジンの回転速度に応じて可動部材の角度位置を制御することで、回転速度に応じた適切な剛性（または可動範囲）をフォイルに与えて、低速回転域から高速回転域まで広い範囲で良好な軸受け特性を実現することができる。また当接部材はフォイルの周方向延在部分に当接してフォイルの撓みを規制するため、フォイルの付け根部分に過大な負荷が集中するのを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明がジャーナル軸受けに適用されたガスタービン発電機の実施例を示す縦断面図である。

【図2】

図1のラインII-IIに沿った断面図である。

【図3】

本発明に基づくフォイル軸受けの好適実施例の詳細な構造を示す拡大断面図であり、図3(a)と図3(b)とでは可動部材が異なる角度位置にある。

【図4】

図3に示したフォイルの周方向延在部分とともに、当接部材の様々な例を示す斜視図。

【図5】

図5(a)及び図5(b)は、それぞれ本発明に基づくフォイル軸受けの別の実施例の詳細な構造を示す拡大断面図である。

【図6】

本発明が適用されるフォイル軸受けの別の実施例を示す図2と同様の断面図。

【図7】

図6に示した実施例の詳細な構造を示す拡大断面図であり、図7(a)と図7(b)とでは可動部材が異なる角度位置にある。

【図8】

本発明が適用されるフォイル軸受けの別の実施例を示す図2と同様の断面図。

【図9】

本発明がスラスト軸受けに適用されたガスタービン発電機の実施例を示す縦断面図である。

【図10】

図9に示したスラスト軸受けを周方向に沿って見た部分的な模式図である。

【図11】

本発明が適用されるフォイル軸受けの別の実施例を示す図2と同様の断面図。

【図12】

本発明が適用されるフォイル軸受けの別の実施例を示す図2と同様の断面図。

【符号の説明】

- 1 ガスタービンエンジンの主ハウジング
- 2 端部プレート
- 4 燃焼室
- 3 内側ハウジング
- 5 燃料インジェクタ
- 6 発電機の主ハウジング
- 7、8 端部プレート
- 9 ステータコイル
- 10 管状延出部
- 11 スティ
- 12 ロータシャフト
- 13 コンプレッサホイール
- 14 タービンホイール

- 1 5 シュラウド
- 1 6 タービンケーシング
- 1 7 ディフューザ
- 1 8 ステータベーン
- 1 9 入口ノズル
- 2 0 発電機シャフト
- 2 1 永久磁石片
- 2 2 スラスト軸受け
- 2 2 a スラスト軸受け
- 2 3、2 4 ジャーナル軸受け
- 2 3 a～2 3 f ジャーナル軸受け
- 2 5 静止保持部材
- 2 5 a スロット
- 2 5 b 突起
- 2 6 フォイル
- 2 7 可動部材
- 2 8 操作バー
- 2 9 溝
- 3 0 当接部材
- 3 0 a フランジ
- 3 1 凹部
- 3 2 圧縮ばね
- 3 3 トップフォイル（第2フォイル）
- 3 3 a 径方向延在部分
- 3 4 ボルト
- 3 5 円盤状部
- 3 6、3 7 静止保持部材
- 3 8 カバー
- 3 9 フォイル

40、41 可動部材

42 操作バー

43 溝

44 当接部材

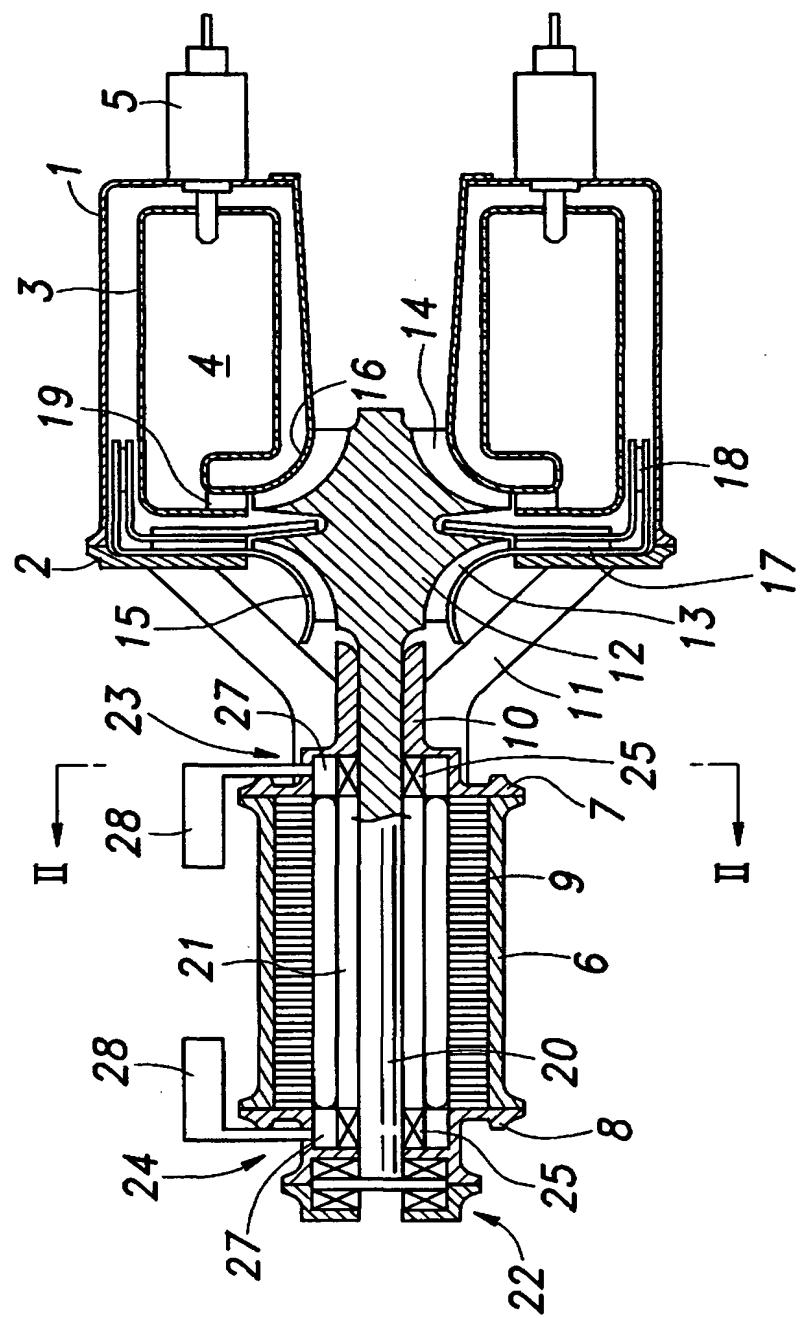
44a フランジ

45 凹部

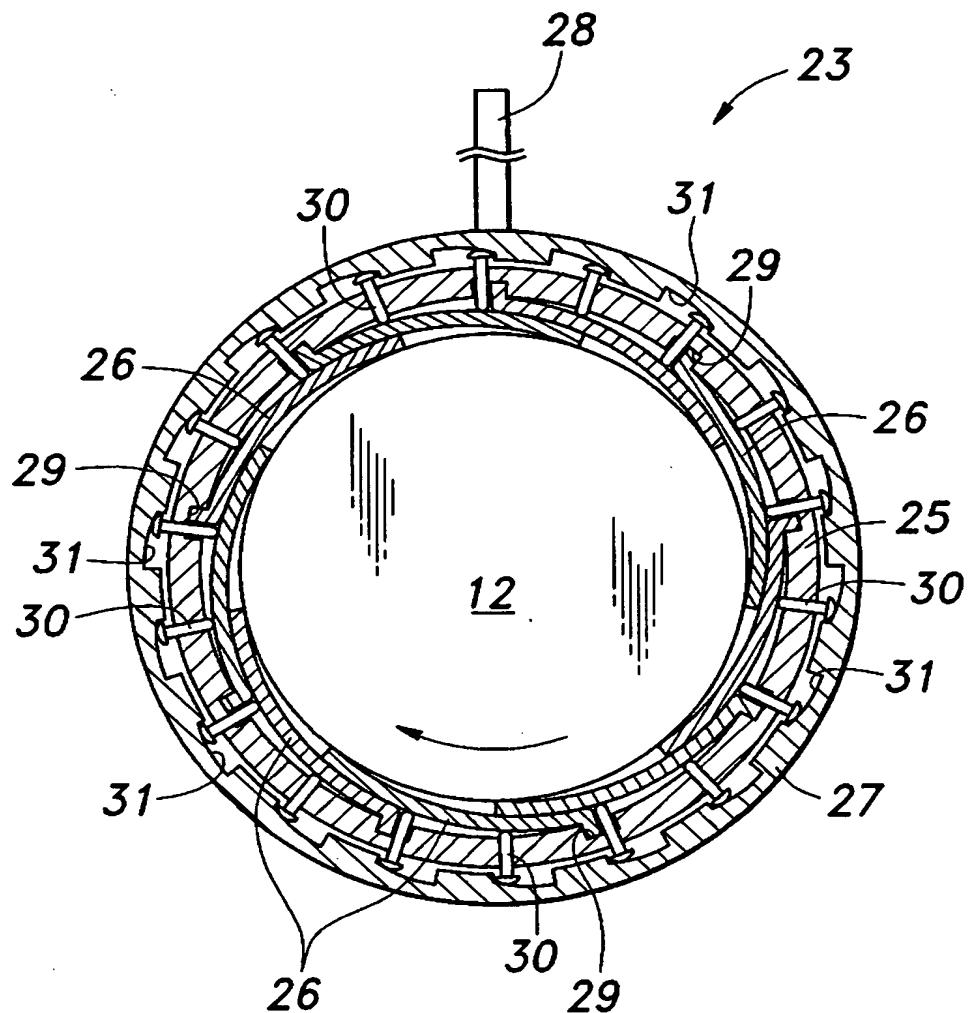
46 圧縮ばね

【書類名】 図面

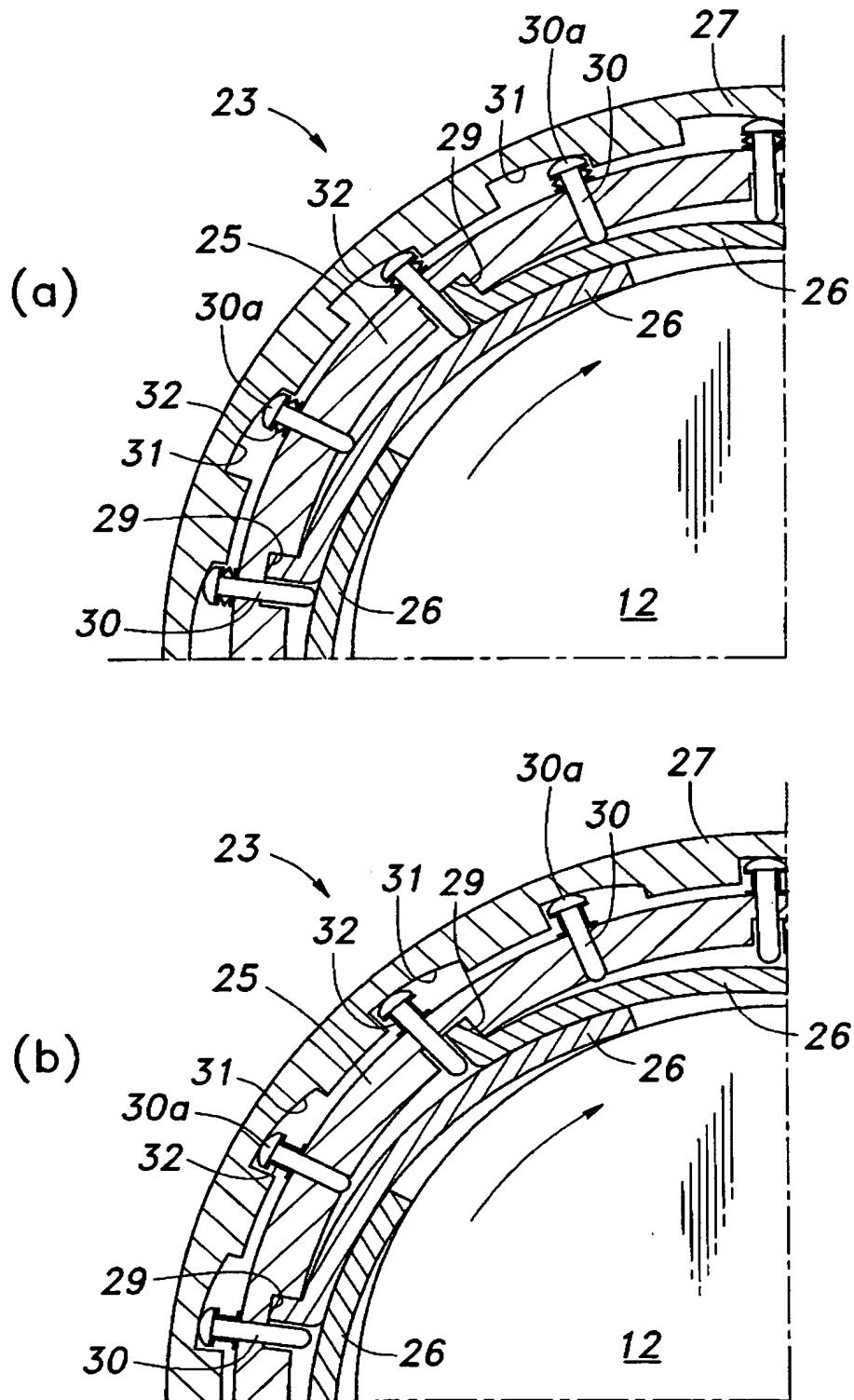
【図1】



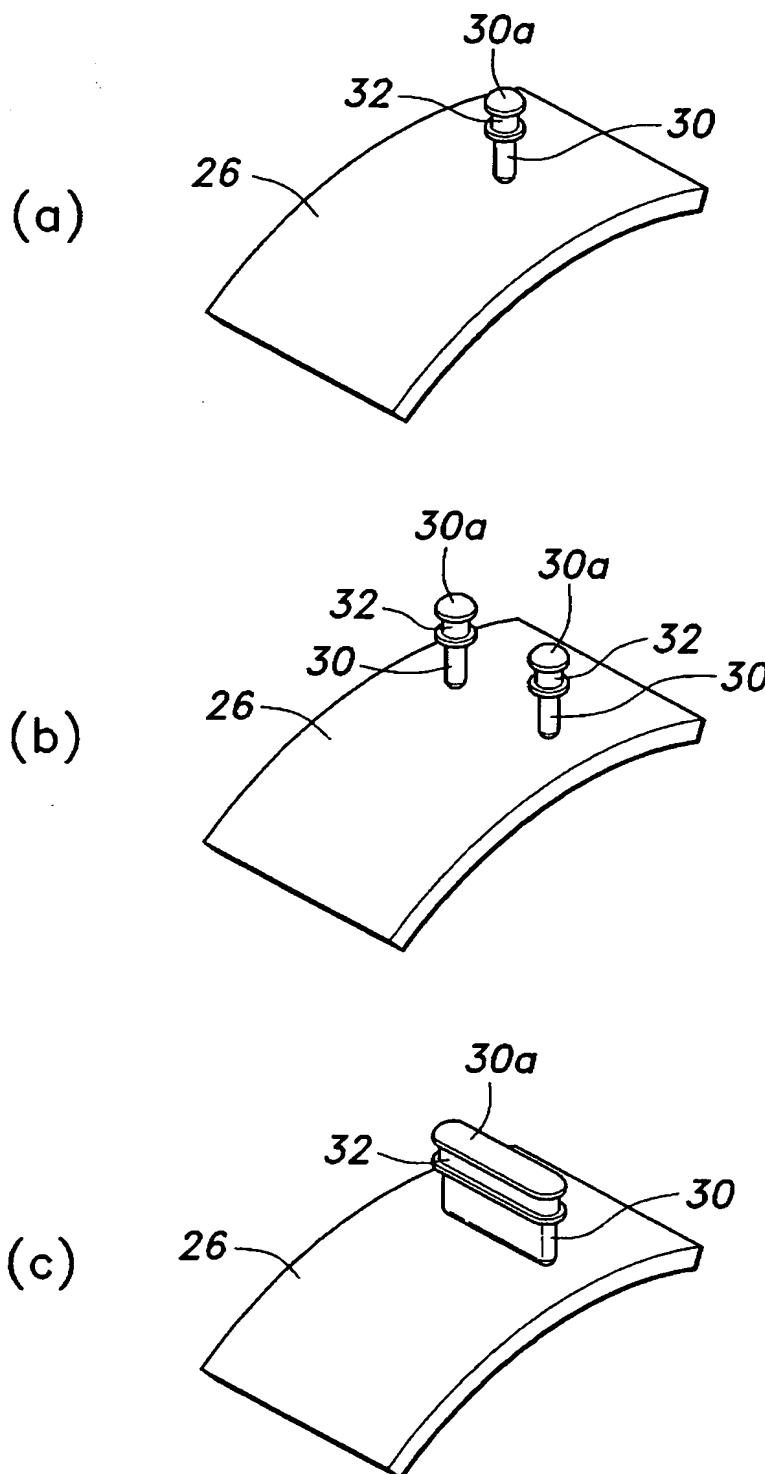
【図2】



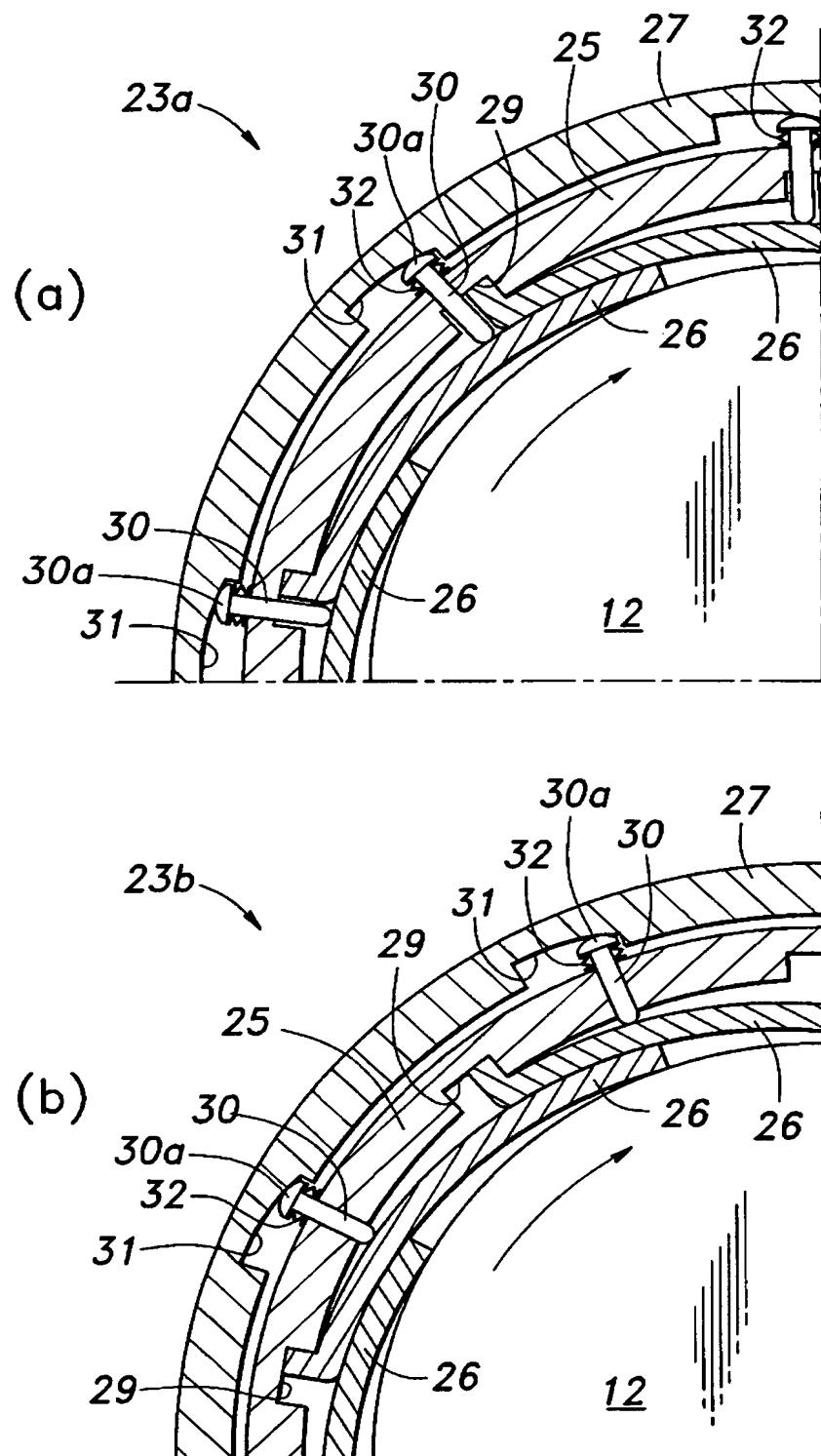
【図3】



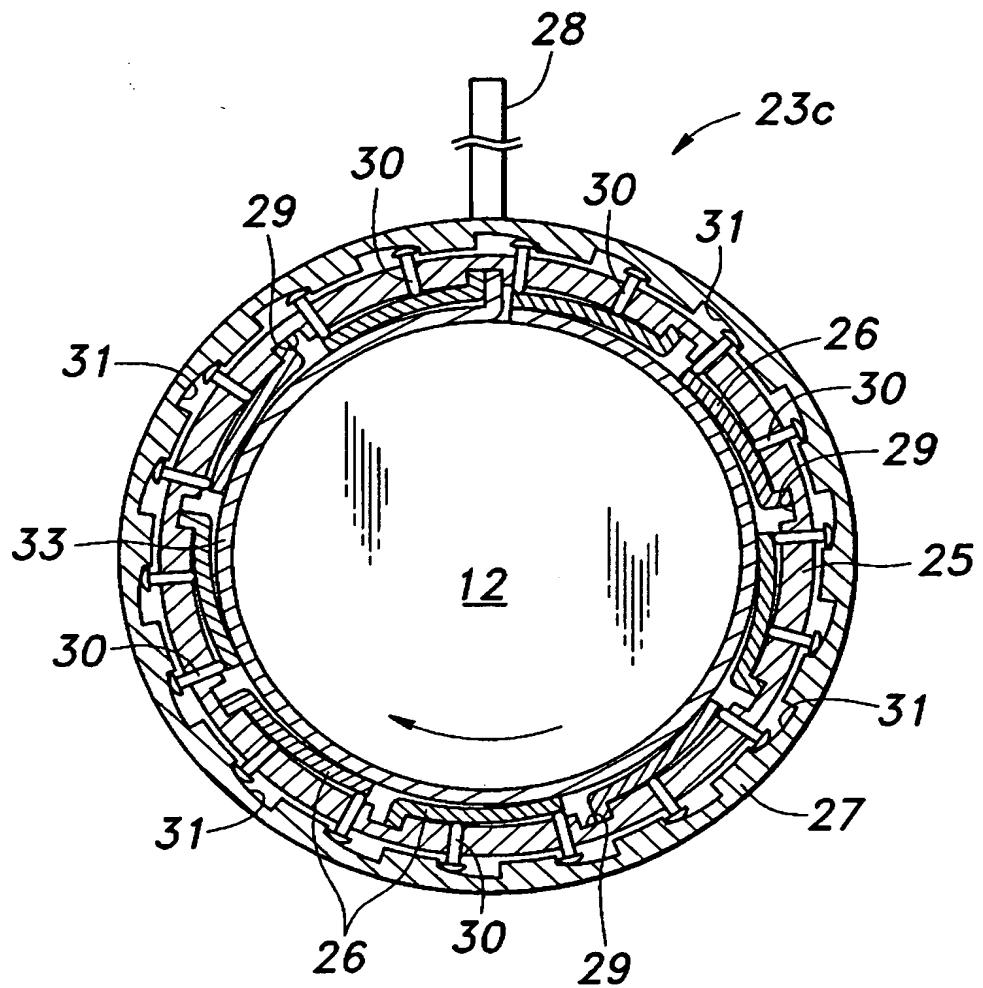
【図4】



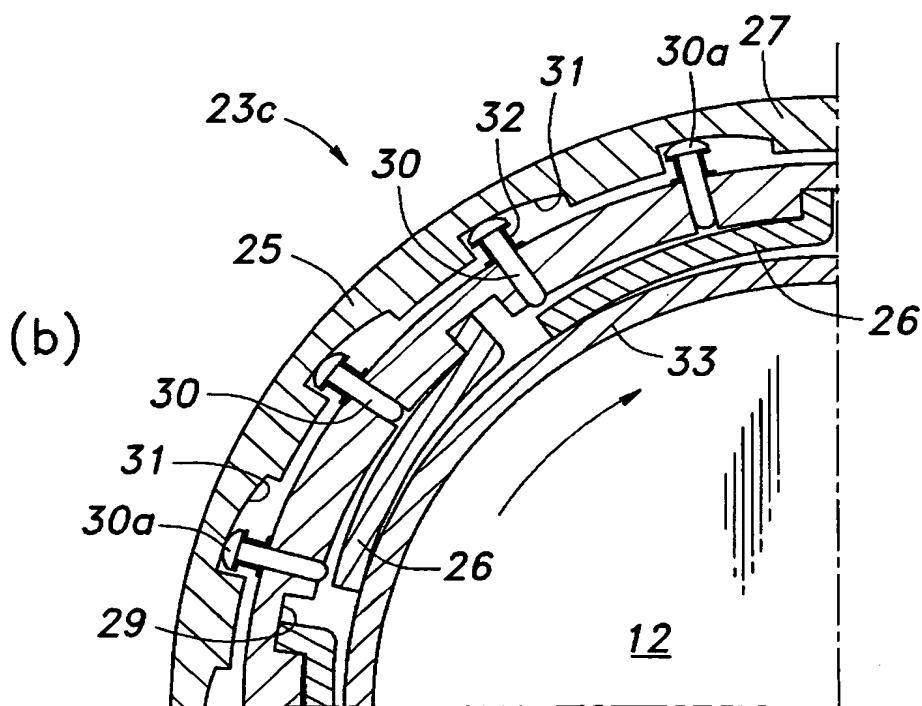
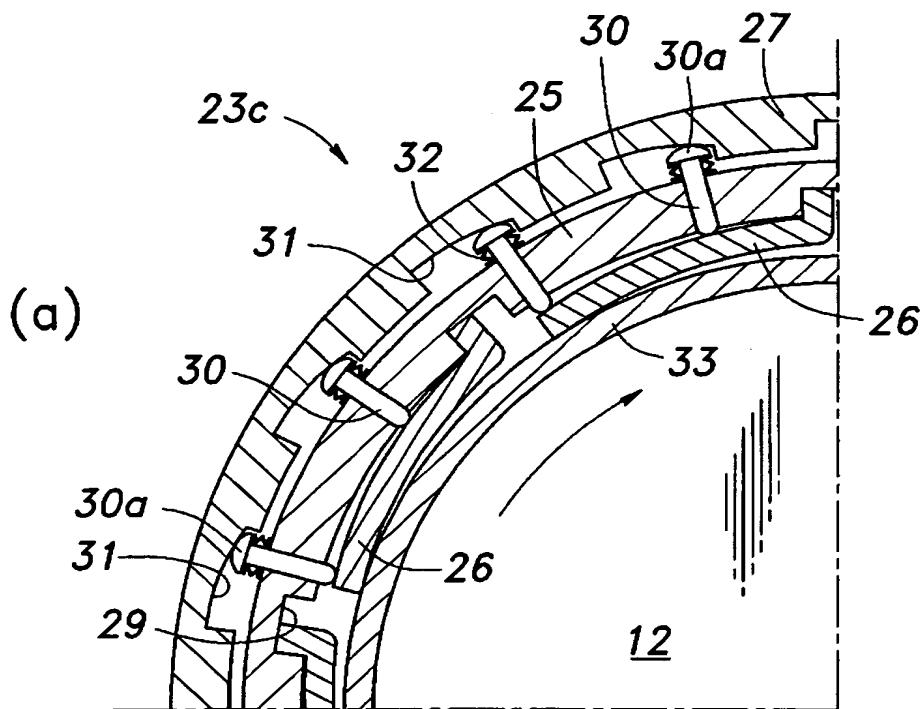
【図5】



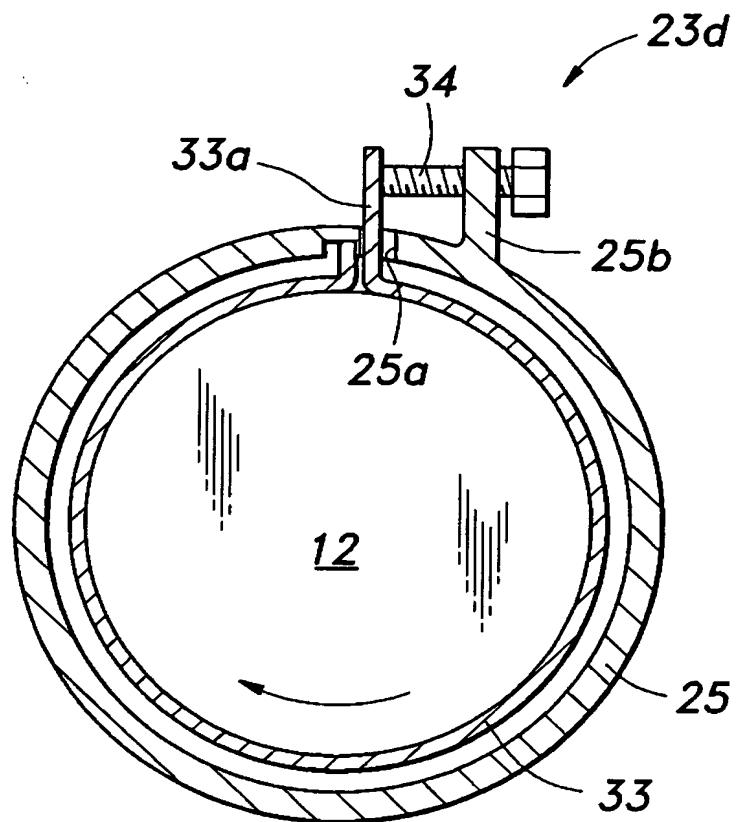
【図6】



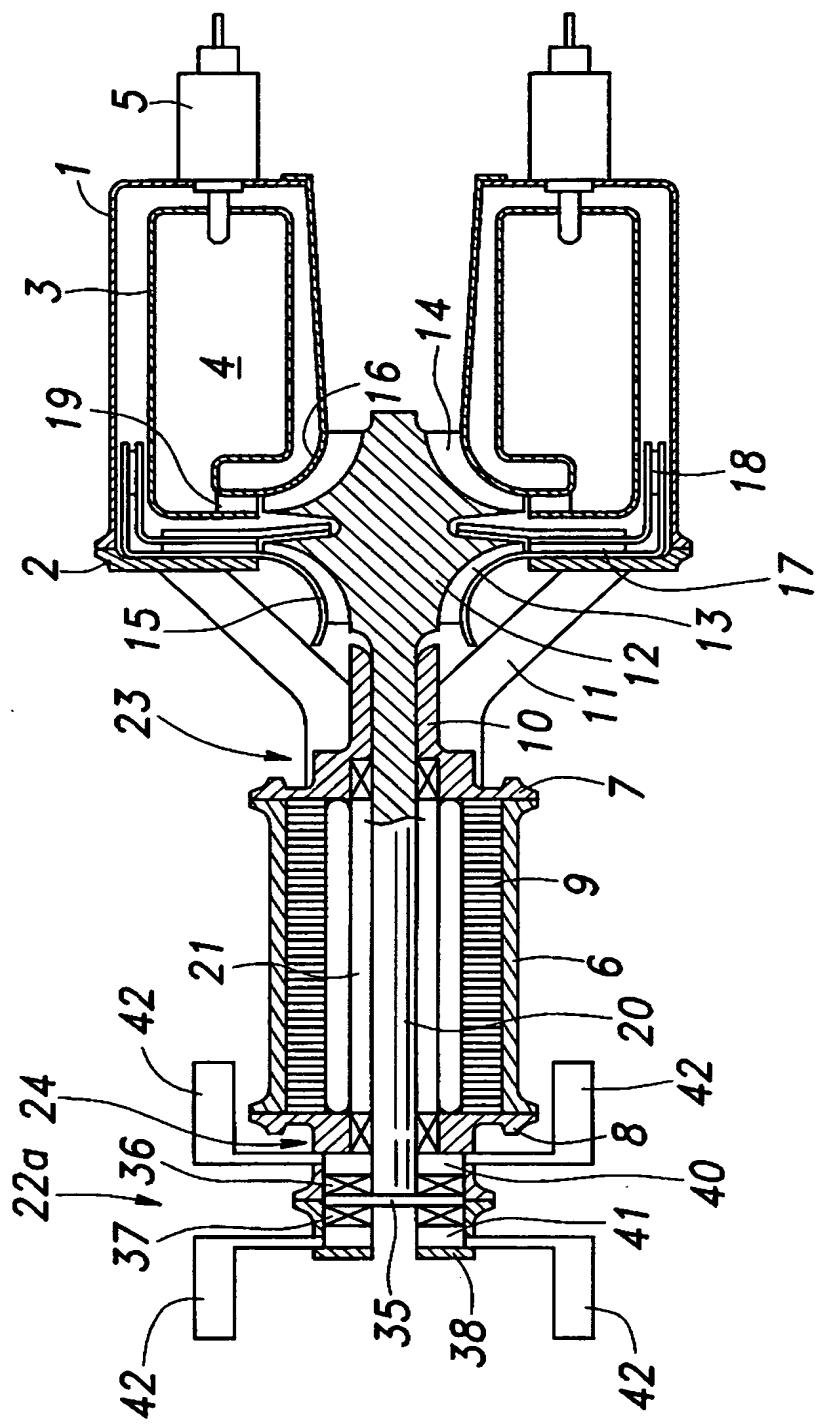
【図7】



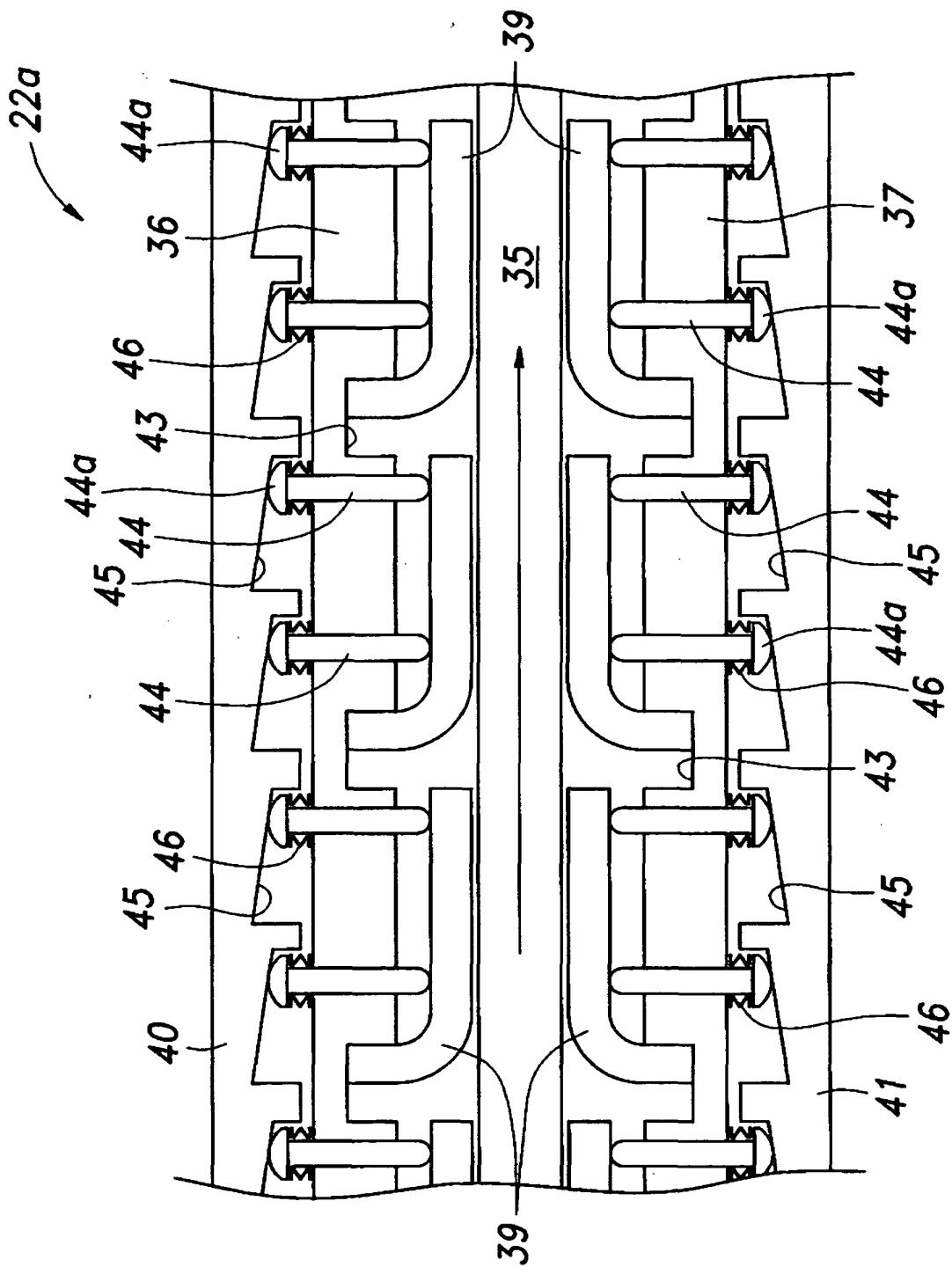
【図8】



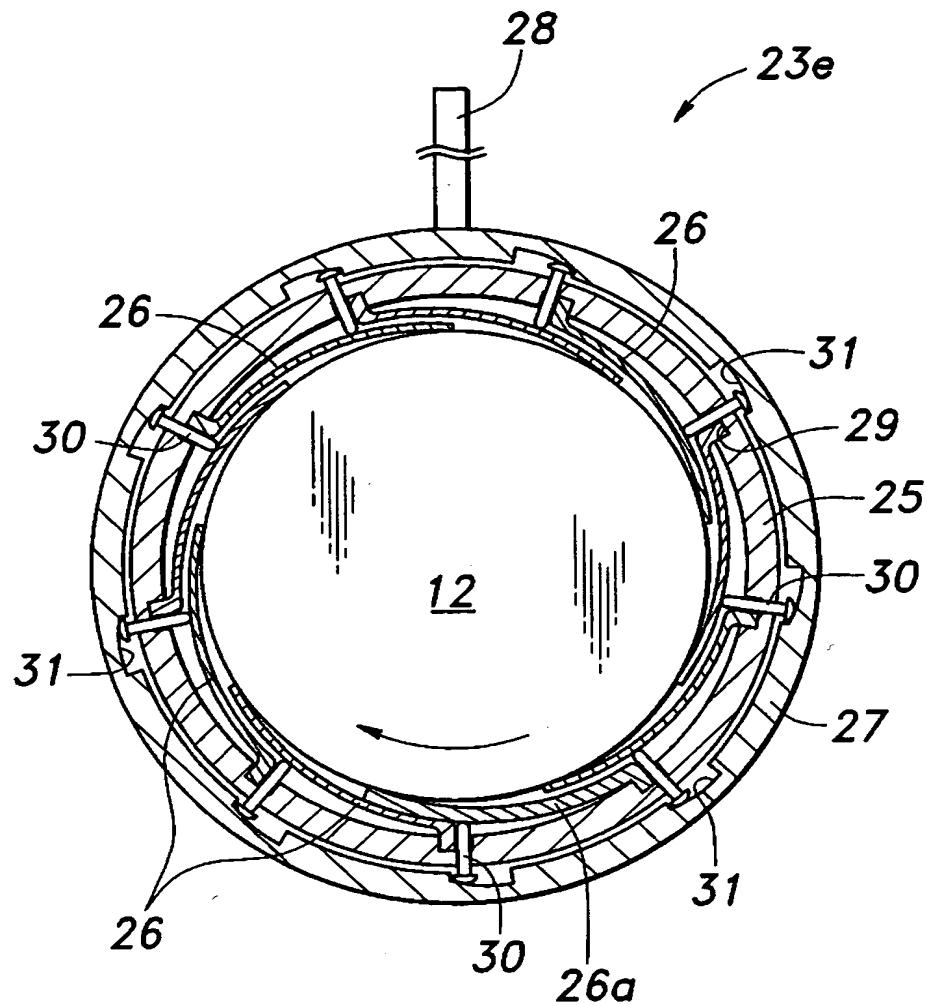
【図9】



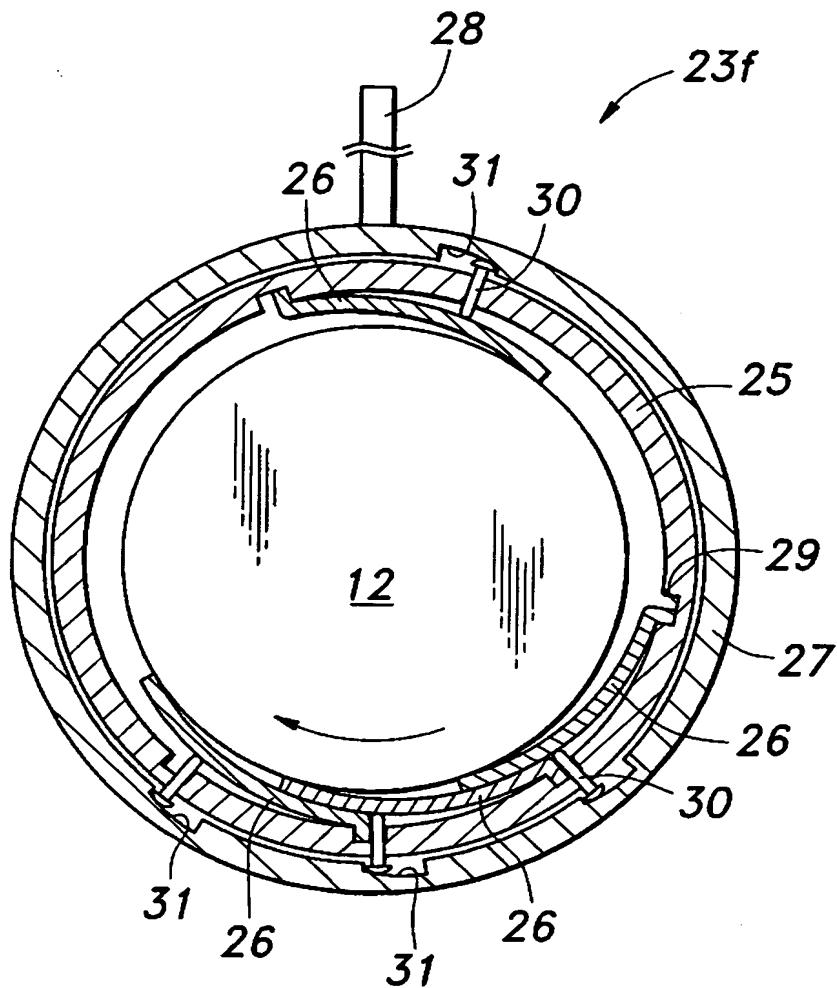
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低速／高速回転域の両方において回転体の安定した回転を実現するべくフォイルの剛性を調節可能で、且つ、フォイルの一部に過大な負荷がかかるのを避けることが可能なフォイル軸受けを提供する。

【解決手段】 回転体（12）と静止保持部材（25）との間の空隙にフォイル（26）を設けたフォイル軸受け（23）において、静止保持部材の回転体から離反する側に回転可能な可動部材（27）を設けるとともに、静止保持部材に形成された通孔を通って可動部材からフォイルへと向かって延在する当接部材（30）の一端が接する可動部材の表面にカム面を設ける。可動部材を回転させ当接部材が静止保持部材の表面から突出する長さを変えることで、フォイルの可動範囲を変え、実質的に剛性を変えることができる。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区南青山二丁目1番1号

氏 名 本田技研工業株式会社